

Dr inż. Edyta LIPIŃSKA
Dr hab. Małgorzata GNIEWOSZ prof. SGGW
Mgr inż. Agnieszka ĆWIL

Wydział Nauk o Żywności, Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, SGGW w Warszawie

OPRACOWANIE PRZYSPIESZONEGO TESTU PRZECHOWALNICZEGO DO OCENY STABILNOŚCI PRASOWANYCH DROŻDŻY PIEKARSKICH®

W artykule zaprezentowano badane zmiany jakościowe prasowanych drożdży piekarskich w zależności od temperatury i czasu przechowywania. Próbkę drożdży przechowywano w temperaturze 26°C przez 7 dni oraz w temperaturze 4°C przez 28 dni. Jakość badanych próbek drożdży oceniano na podstawie zawartości suchej substancji, białka ogółem, siły pędnej i trwałości termostatej w temperaturze 35°C. Cechy jakościowe prasowanych drożdży piekarskich po 7 dniach przechowywania w temperaturze 26°C (szczególnie siła pędna) nie różniły się istotnie od cech jakościowych drożdży po 28 dniach przechowywania w temperaturze 4°C. Potwierdziło to przydatność zaproponowanego testu przechowalniczego w temperaturze 26°C przez 7 dni do szybkiej oceny stabilności prasowanych drożdży piekarskich.

Słowa kluczowe: drożdże piekarskie, *Saccharomyces cerevisiae*.

WPROWADZENIE

Prasowane drożdże piekarskie są definiowane jako odwirowana i odfiltrowana biomasa komórkowa drożdży należących do gatunku *Saccharomyces cerevisiae* [5, 8]. Zadaniem przemysłu drożdżowego jest wyprodukowanie drożdży wysokiej jakości, na którą znaczący wpływ mają ich dwie podstawowe cechy tj. aktywność fermentacyjna (siła pędna) i trwałość. Jakość drożdży w dużej mierze zależy od właściwości fizjologicznych komórek, czystości mikrobiologicznej, warunków hodowli i przechowywania drożdży [1, 4, 7, 14].

Na aktywność drożdży piekarskich istotny wpływ ma zawartość białka ogółem w suchej substancji komórkowej. Zawartość białka ogółem powinna kształtować się w przedziale 38–42%. W przypadku, gdy zawartość białka ogólnego jest niższa od wartości założonej, można zaobserwować wydłużony czas podnoszenia ciasta, natomiast przy zawartości powyżej 42% widoczny jest wzrost siły pędnej drożdży, ale przy jednoczesnym negatywnym wpływie na ich trwałość. Na jakość i trwałość drożdży znaczący wpływ mają także cukry zapasowe występujące w komórkach, tj. glikogen i trehaloza. Glikogen może korzystnie wpływać na trwałość biomasy komórkowej drożdży, a podwyższona zawartość trehalozy (>14%) stabilizuje aktywność biologiczną drożdży oraz siłę pędną, a także zwiększa oporność komórek na niekorzystne zmiany temperatury [2, 4, 15].

Jakość drożdży w dużym stopniu zależy od warunków przechowywania, a przede wszystkim od temperatury. Nawet w prawidłowych warunkach przechowywania (w temperaturze 4°C) obserwowano spadek siły pędnej wynoszący około 1 minutę na dobę w ciągu pierwszych 7 dni przechowywania. W miarę wydłużania się okresu przechowywania spadek siły pędnej wzrasta i wynosi 3-4 minuty na dobę [3].

Istotnym zagrożeniem dla jakości drożdży piekarskich podczas przechowywania jest zakażenie drobnoustrojami. Zakażenia obcymi drożdżami (z rodzaju *Candida*, *Torula*, *Pichia* i *Hansenula*) są trudne do zwalczania, ponieważ rozmnażają

się one szybciej od drożdży piekarskich i łatwiej wykorzystują związki organiczne znajdujące się w pożywce. Groźnym problemem są również zakażenia bakteryjne. Bakterie gnilne z rodzaju *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Proteus*, *Pseudomonas* powodują rozmiękczenie, a czasem nawet upłynnienie drożdży w wyniku rozkładania białek [4, 5, 6].

Trwałość drożdży piekarskich w czasie przechowywania można przedłużać stosując zabieg cytoryzy. Cytoryza polega na dodaniu do mlecza drożdżowego od 1,5 do 2,5% NaCl. Poprzez działanie chlorku sodowego na śluzę oraz biomasę komórkową drożdży uzyskano znacznie lepsze warunki filtracji i odpowiednią konsystencję drożdży ułatwiającą formowanie ich w kostki. Proces cytoryzy korzystnie wpływa na obniżenie rozwoju obcych drobnoustrojów, przede wszystkim bakterii [2].

Zagwarantowanie odpowiedniej jakości produktu przez cały okres jego przydatności do użycia wymaga od producenta monitoringu zmian zachodzących w czasie przechowywania. Z tego powodu podjęto próbę opracowania przyspieszonego testu przechowalniczego, który umożliwi szybką ocenę stabilności prasowanych drożdży piekarskich, aby można było wcześniej przewidzieć niekorzystne zmiany jakościowe. W pracy porównano cechy jakościowe drożdży przechowywanych przez 7 dni w temperaturze 26°C z jakością drożdży przechowywanych przez 28 dni w temperaturze 4°C. Zgodnie z regułą van't Hoffa – obniżenie temperatury o 10°C powoduje 2-3-krotne (średnio 2,5 – krotne) zwolnienie tempa reakcji chemicznych i enzymatycznych.

Celem artykułu jest prezentacja przydatności zaproponowanego testu przechowalniczego w temperaturze 26°C przez 7 dni – do szybkiej oceny stabilności prasowanych drożdży piekarskich.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły prasowane drożdże piekarskie poddane i nie poddane procesowi cytoryzy. Badano kostki drożdży bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz kostki drożdży przechowywane w dwóch zakresach temperatur: 26°C przez 7 dni i 4°C przez 28 dni.

Próbki oceniano codziennie, przez 7 kolejnych dni przechowywania w obu temperaturach oraz w 14 i 28 dniu dla drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C. Badania wykonano w warunkach przemysłowych w jednej z polskich wytwórni drożdży i dlatego bazowano przede wszystkim na metodyce według PN.

Oznaczanie zawartości suchej substancji w drożdżach wykonano według Polskiej Normy [9]. Do naczynka wagowego odważano około 1 g drożdży pobranych z wnętrza kostki. Biomase rozkruszano lub rozcierano na dnie naczynka. Próbki suszono w dwóch etapach, początkowo przez 1,5-2 godziny w temperaturze 55-60°C, a następnie w temperaturze 105°C w suszarce przez kolejne 2 godziny i dosuszano przez godzinę do stałej masy. Oznaczenie zawartości białka ogółem wykonano metodą Kjeldahla [12]. Do badań pobierano około 1 g drożdży i mineralizowano w aparacie do spalań [TT 12/A, Büchii Gerhart, Niemcy]. Destylację przeprowadzano w aparacie Büchii [VAP 30, Büchii Gerhart, Niemcy]. Oznaczenie siły pędnej wykonano według PN [10]. Siłę pędną wyrażano jako objętość wydzielonego dwutlenku węgla z ciasta fermentującego w temperaturze 35°C w komorze fermentografu [N 434, SJA, Szwecja] przez 2 godziny. Odczytu dokonywano po 30 min, 60 min, 90 min i 120 minutach. Oznaczenie trwałości termostatowej wykonano według PN [11]. Określono czas, po którym występują objawy rozkładu (np. z powodu autolizy [13]) i pleśnienia drożdży przechowywanych w temperaturze 35°C. Wszystkie oznaczenia przeprowadzano w trzech powtórzeniach.

ANALIZA STATYSTYCZNA WYNIKÓW

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, którą przeprowadzono za pomocą programu Statgraphics Plus. Przeprowadzono jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji testem Tukey'a dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$ w celu sprawdzenia istotnych statystycznie różnic w zależności od temperatury i czasu przechowywania. Odchylenie standardowe średnich wartości suchej substancji i białka ogółem obliczono korzystając z pakietu Microsoft Excel.

WYNIKI I DYSKUSJA

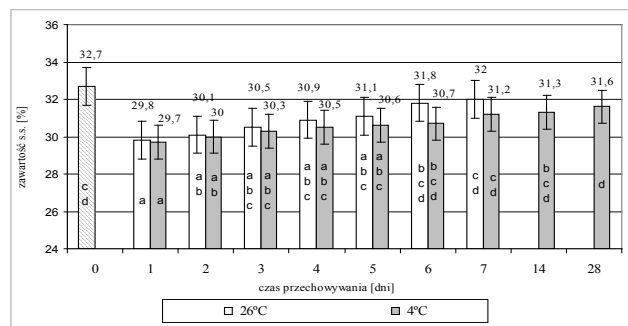
W pracy badano cechy jakościowe prasowanych drożdży piekarskich przechowywanych w dwóch temperaturach 4°C i 26°C. Dobór takich temperatur został ustalony na potrzeby przemysłowe w celu sprawdzenia możliwości wykorzystania metody pozwalającej na szybszą ocenę zmian jakości prasowanych drożdży piekarskich w okresie przechowywania. Sprawdzono hipotezę, która zakładała, że zmiany cech jakościowych drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C w czasie 7 dni są takie same, jak podczas ich przechowywania w temperaturze 4°C w czasie 28 dni.

W próbkach drożdży piekarskich oznaczano zawartość suchej substancji, białka ogółem, siły pędnej oraz trwałości termostatowej.

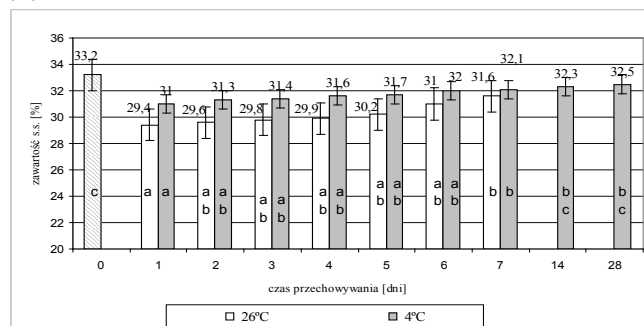
Na rys. 1 przedstawiono zmiany zawartości suchej substancji drożdży zachodzące w czasie ich przechowywania.

Zawartość suchej substancji w próbkach drożdży wyprodukowanych bez cytoryzy i przechowywanych w temperaturach 4°C i 26°C początkowo malała, po czym stopniowo zwiększała się (rys. 1A). Mogło to być spowodowane wysychaniem

(A)

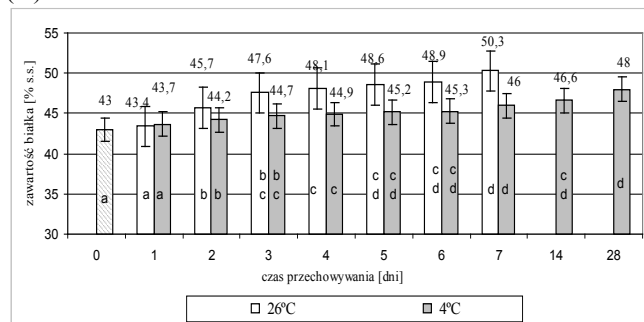


(B)

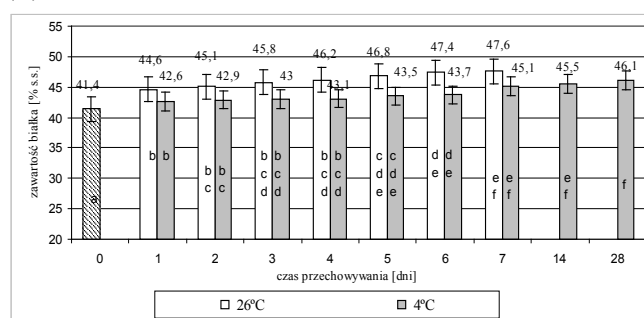


Rys. 1. Zmiany średniej zawartości suchej substancji drożdży podczas ich przechowywania. (A) drożdże wyprodukowane bez dodatku NaCl, (B) drożdże wyprodukowane z dodatkiem NaCl (a, b, c – te same litery oznaczają brak istotnych różnic).

(A)



(B)



Rys. 2. Zmiany średniej zawartości białka ogółem drożdży w zależności od temperatury i czasu przechowywania (A) drożdże wyprodukowane bez dodatku NaCl, (B) drożdże wyprodukowane z dodatkiem NaCl (a, b, c... – te same litery oznaczają brak istotnych różnic).

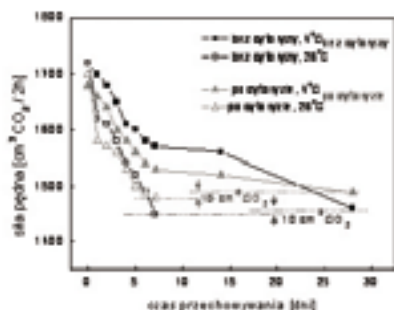
próbek. Zaobserwowano, że zawartości suchej substancji drożdży w poszczególnych dniach przechowywania w różnych temperaturach nie różniły się istotnie. W 6 i 7

dniu przechowywania zawartość suchej substancji drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C była na tym samym poziomie, co w próbkach drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C przez 14 i 28 dni.

Odwrotną zależność zaobserwowano dla drożdży po procesie cytoryzy (rys. 1B), co wskazuje na pozytywny wpływ tego procesu na zawartość suchej substancji. Od 2 dnia przechowywania próbek drożdży w temperaturze 26°C średnie wartości suchej substancji nie różniły się istotnie od zawartości s.s. drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości suchej substancji w próbkach drożdży przechowywanych 7 dni w temperaturze 26°C oraz tych, które przechowywano 14 i 28 dni w temperaturze 4°C.

Zawartość białka ogółem w przechowywanych próbkach drożdży niezależnie od temperatury była wyższa od zawartości białka ogółem drożdży świeżych (rys. 2). Średnia zawartość białka ogółem drożdży bez cytoryzy kształtowała się na wyrównanym poziomie (rys. 2A). Zaobserwowano, że z każdym dniem przechowywania zawartość białka ogółem ulegała podwyższeniu. Od 5 dnia przechowywania nie stwierdzono istotnych różnic w średniej zawartości białka ogółem między próbkami drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C i 4°C.

Podczas przechowywania próbek drożdży wytworzonych po cytoryzie zawartość białka ogółem wzrastała w porównaniu do wartości białka ogółem drożdży świeżych (rys. 2B). Porównując wyniki uzyskane dla próbek przechowywanych w temperaturze 26°C przez 7 dni z wynikami próbek umieszczonych w 4°C i przechowywanych przez 14 i 28 dni stwierdzono brak istotnych różnic w średniej zawartości białka ogółem.

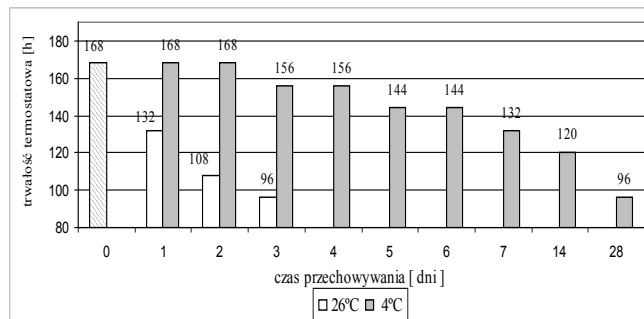


Rys. 3. Zmiana siły pędnej (wartość średnia) w czasie przechowywania drożdży wyprodukowanych z dodatkiem i bez dodatku NaCl.

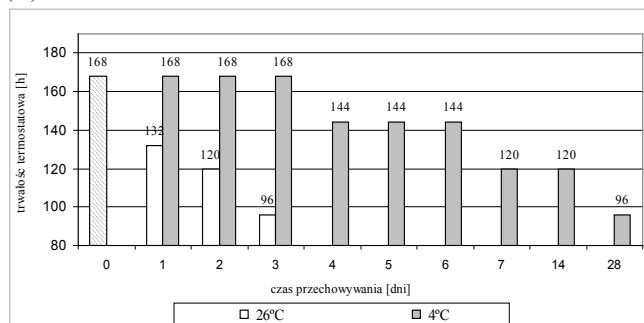
Na rysunku 3 przedstawiono zmiany aktywności fermentacyjnej drożdży przechowywanych w różnych warunkach termicznych. Obserwowano gwałtowny spadek sił pędnych drożdży, w szczególności w przypadku drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C. Aktywność fermentacyjna drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C szybko malała do 7 dnia przechowywania, ale w dalszym ciągu pozostawała znacznie większa w porównaniu z siłą pędą drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C. W kolejnych dniach obserwowano powolny spadek siły pędnej (pomiar w dniu 14 i 28). Porównując wartości sił pędnych drożdży z końcowych dni uzyskano różnice na poziomie około 10 cm³ CO₂/2h. Zauważono ponadto, że proces cytoryzy wpłynął korzystnie na żywotność drożdży, podwyższając ich siłę pędą. W 7 dniu przechowywania drożdży w temperaturze 26°C i w 28 dniu w temperaturze 4°C wartości siły pędnej drożdży były na tym samym poziomie.

W czasie przechowywania drożdży siła pędą w przypadku obu temperatur (4°C i 26°C) ulegała pogorszeniu. Jednakże wszystkie otrzymane wartości dla tego parametru były zgodne z wymaganiami normy [8]. W każdym badanym dniu intensywność tych zmian była większa w wyższej temperaturze przechowywania.

(A)



(B)



Rys. 4. Trwałość termostatowa badanych próbek drożdży w zależności od temperatury i czasu przechowywania. (A) drożdże wyprodukowane bez dodatku NaCl, (B) drożdże wyprodukowane z dodatkiem NaCl.

Trwałość badanych próbek drożdży wytworzonych bez cytoryzy zmniejszała się w miarę wydłużania czasu przechowywania. W drożdżach przechowywanych w temperaturze 26°C obserwowano bardzo szybki spadek trwałości (rys. 4A) i już po 3 dniach trwałość była na granicy normy i wynosiła 96 godzin. W czwartym dniu drożdże przechowywane w temperaturze 26°C nie osiągały trwałości zgodnej z wymaganiami normy. Trwałość termostatowa dla próbek drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C charakteryzowała się wyrównanym poziomem i wynosiła po pierwszym dniu przechowywania średnio 168 godzin, a po 28 dniach przechowywania 96 godzin.

Analizując trwałość termostatową badanych próbek drożdży wyprodukowanych po cytoryzie, zaobserwowano podobne zależności jak w przypadku drożdży nie poddanych temu procesowi. Podczas przechowywania drożdży ich trwałość termostatowa malała. Istotny wpływ na trwałość termostatową miała temperatura przechowywania (rys. 4B). Drożdże przechowywane w temperaturze 26°C już w czwartym dniu nie osiągały trwałości 96 godzin wymaganej przez normę. Na podstawie oznaczenia trwałości termostatowej, założenie przechowywania drożdży przez 7 dni w temperaturze 26°C oraz 28 dni w temperaturze 4°C nie dało pozytywnego wyniku. Podobnie jak w przypadku drożdży bez cytoryzy trwałość termostatowa próbek drożdży przechowywanych w temperaturze 26°C w trzecim dniu była taka sama jak próbek drożdży przechowywanych w temperaturze 4°C po 28 dniach przechowywania. Drożdże przechowywane w temperaturze 4°C

osiągały bardzo dobrą trwałość i nawet w 28 dniu przechowywania (ostatni dzień terminu przydatności do spożycia) uzyskiwały wynik zgodny z wymaganiami normy.

Założenia „metody berlińskiej” w przypadku trwałości termostatowej nie sprawdziły się, gdyż drożdże przechowywane w temperaturze 26°C już w trzecim dniu osiągały taką samą trwałość (96 h) jak drożdże przechowywane w temperaturze 4°C przez 28 dni. W przypadku szybszego określenia trwałości termostatowej drożdży po 28 dniach przechowywania w temperaturze 4°C sensowne wydawałoby się badanie drożdży po trzech dniach przechowywania w temperaturze 26°C.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej wyników można wysunąć wniosek, że założenie oparte na porównywaniu cech jakościowych drożdży przechowywanych przez 7 dni w temperaturze 26°C do jakości drożdży przechowywanych przez 28 dni w temperaturze 4°C zostało potwierdzone eksperymentalnie w niniejszej pracy. Wyniki wskazują, że zmiany cech jakościowych drożdży piekarskich zachodzą szybciej w ciągu pierwszych dni przechowywania bez względu na warunki termiczne, przy czym większe zmiany dotyczyły siły pędnej drożdży niż zawartości suchej substancji i białka ogółem. Wydaje się, że zmiany siły pędnej drożdży najbardziej odzwierciedlały podobieństwo zmian zachodzących w wyznaczonych czasach przechowywania i dlatego badanie tego parametru jakościowego drożdży powinno mieć większe znaczenie w ocenie drożdży od pozostałych wyróżników jakości. Założenie omawianej metody nie sprawdziło się w przypadku trwałości termostatowej w temperaturze 35°C, gdyż drożdże przechowywane w temperaturze 26°C już w trzecim dniu osiągały taką samą trwałość (96h), jak drożdże przechowywane w temperaturze 4°C przez 28 dni. Należy przypuszczać, że w zakresie badanych temperatur zależność ta nie jest prostoliniowa.

LITERATURA

- [1] ANGELOV A.I., KARADJOV G.I., ROSHKOVA Z.G. 1996. *Strains selection of baker's yeast with improved technological properties*. Food Research International, 29, 235-239.
- [2] BAGUM N., YOKOIGAWA K., ISOBE Y., KAWAI H. 1998. *Trehalose metabolism and leavening ability of bakers' yeast grown in the presence of sodium chloride*. Journal of Fermentation and Bioengineering, 86, 457-460.
- [3] HABEROWA H., SOBCZAK E., PIĘTKA A. 1989. *Jakość drożdży piekarskich na rynku warszawskim*. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny, 6, 7-10.
- [4] LIPIŃSKA E., SOBCZAK E., SZLASA A. 1996. *Charakterystyka jakości i zmiany w procesie przechowywania drożdży piekarskich*. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny, 12, 31-34.
- [5] LIPIŃSKA E., BONIN S. 2009. *Monitoring of microbiological contaminations in the production process of baker's yeast as an element of quality management*. In: Quality Engineering, Eds. Borkowski S., Czaja P. Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, pp. 71-79.

- [6] O'BRIEN S.S., LINDSAY D., VON HOLY A. 2004. *The presence of Enterococcus, coliforms and E. coli in a commercial yeast manufacturing process*. International Journal of Food Microbiology, 94, 23– 31.
- [7] PIJANOWSKI E., DŁUŻEWSKI M., DŁUŻEWSKA A., JARCZYK A. 1996. *Ogólna Technologia Żywności*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 297.
- [8] PN-A-79002:1998. *Drożdże piekarskie prasowane i drożdże piekarskie suszone*.
- [9] PN-A-79005-4:1997. *Drożdże. Metody badań. Oznaczenie zawartości suchej masy*.
- [10] PN-A-79005-5:1997. *Drożdże. Metody badań. Oznaczenie siły pędnej*.
- [11] PN-A-79005-6:1997. *Drożdże. Metody badań. Oznaczenie trwałości*.
- [12] PN-A-79005-7:1997. *Drożdże. Metody badań. Oznaczenie zawartości białka ogólnego i strawnego*.
- [13] PODPORA B., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2007. *Nowoczesne metody otrzymywania ekstraktów drożdżowych jako naturalnych składników smakowych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 17/31, 67-71.
- [14] RANDEZ-GIL F., SANZ P., PRIETO J.A. 1999. *Engineering baker's yeast: room for improvement*. Trends in Biotechnology, 17, 237-244.
- [15] YUAN J.Q., ZHOU Y., GUO S.R., YAN L., BELLGARDT K.H. 1996. *Cell cycling and quality control for baker's yeast fed-batch fermentation*. Process Control and Quality, 8, (2-3), 103-110.

THE RESEARCH OF CHANGES QUALITY PRESSED BAKER'S YEASTS DEPENDING STORE TEMPERATURE

SUMMARY

The qualitative changes of pressed baker's yeast, depending on temperature and storage time were investigated. Yeast samples were stored at 26°C for 7 days and at 4°C for 28 days. The quality of the test samples was evaluated on the basis of yeast dry weight content, total protein, the propellant force and thermostatic durability at 35°C. Qualitative characteristics of pressed baker's yeast after 7 days storage at 26°C (particularly the propellant force) did not differ significantly from the quality characteristics of the yeast after 28 days of storage at 4°C.

Key words: baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae*.